KRWTH

Jérôme Chailloux

KRWTH est un système conversationnel permettant d'exploiter un synthétiseur monodique construit au département d'informatique par Jean Claude MAZEAU et Hervé OULIÉ.
Ce synthétiseur est connecté à un ordinateur CAB502B

Description rapide de CAB502B

- ordinateur de seconde génération (1960)
- mémoire centrale de 32 Kmots de 32 bits sur tambour magnétique (temps d'accès au mot de 1/50 de seconde)
- 16 registres rapides
- entrées/sorties par :
  - machine à écrire émettrice-réceptrice (10 c/s)
  - perforateur de ruban (10 c/s)
  - lecteur de ruban (10 c/s et 200 c/s)
- programmation aisée :
  - instruction sur 32 bits
  - 13 opérations élémentaires
  - 32 extra-codes ("microprogrammés")
  - adressage registre-mémoire immédiat, direct ou indexé

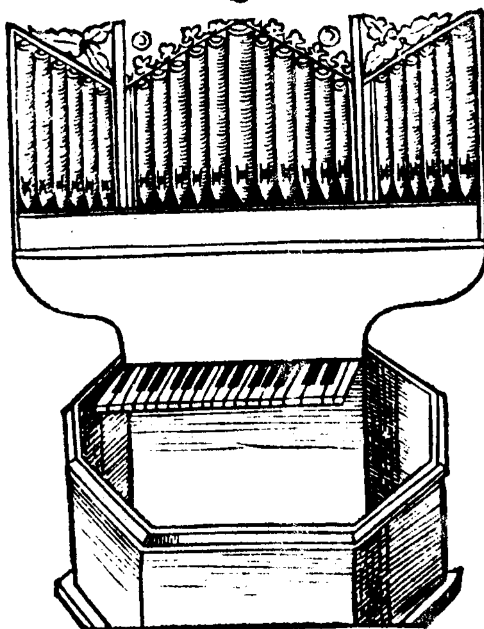
Description (tout aussi rapide) du synthétiseur

Le synthétiseur est connecté en permanence à l'un des registres rapides (le registre 2). A chaque modification du registre 2, ses 32 bits sont transférés au synthétiseur et un son est émis (après décodage). Pour chaque son, il faut mettre dans le registre 2 :

- une puissance (niveau)
- une hauteur (fréquence)
- un timbre

Remarques :

- le synthétiseur est monodique (il ne peut émettre qu'un son à la fois)
- c'est à l'ordinateur de prendre en charge les temps d'attente entre chaque transfert.



LA PROGRAMMATION KRWTH

L'utilisation du synthétiseur doit se faire en deux temps:
- chargement en mémoire d'une suite de sons, au moyen des <u>commandes</u>
- exécution de cette suite de sons

Le chargement effectif des suites de sons se fait dans 32 <u>sous programmes</u> (partition de la mémoire centrale), ce qui permet d'avoir jusqu'à 32 suites présentes en mémoire centrale, et offre la possibilité d'appel entre ces sous programmes.

Une commande est une suite de caractères (différents de l'espace) qui sont tapés sur la machine à écrire ou lus sur le lecteur de ruban, et interprétés immédiatement.

Pour mémoriser un son, il faut:
- le construire (puissance, hauteur, timbre)
- lui donner sa durée au moment de l'exécution
- le charger effectivement.

Ceci permet les "hésitations" au moment de la construction du son.

Il y a donc 5 types de commandes:
les commandes
- de construction de sons
- de durée de sons
- de chargement
- de gestion des sous programmes

et un ensemble de commandes générales.

I les commandes de construction de sons

Elles ont la forme suivante : un symbole (lettre mnémonique de la commande) suivie d'un attribut numérique qui peut être :
- un nombre en valeur absolue (a)
- un nombre relatif (±r) donnant à l'attribut la valeur du dernier attribut enregistré pour ce symbole ±r.

Toutes les commandes de ce type sont rémanentes, i.e. si certaines de ces commandes restent inchangées d'un son sur l'autre, il est inutile de les repréciser.

Après chaque commande le son modifié est entendu, ce qui permet des corrections avant changement du son construit.
On a vu qu'il fallait fournir au synthétiseur une puissance, une hauteur, un timbre.

Programmation de la puissance

Il y a 16 niveaux de sortie, linéaires

niveau 0 1 2 3 4 5 -------- 12 13 14 15

ppp pp p mf f ff fff

Symbole : P. attribut = niveau souhaité (entre 0 et 15)
ex : P11 signifie que le son en construction devra avoir le niveau 11.
P-n est interprété comme P0 (silence)
P+n est interprété comme P+0 (puissance inchangée)
Une suite de commandes P4 --- P+8 --- P-6 --- P-6 --- P+14
sera équivalente à : P4 --- P12 --- P6 --- P0 --- P14

Programmation de la hauteur

Elle se fait au moyen de 2 commandes
- l'octave
- la note dans l'octave

• Octave

Il y a 8 octaves numérotées de 0 à 7

octave 0 1 2 3 4 5 6 7

grave → aigu

Symbole : H attribut = numéro de l'octave

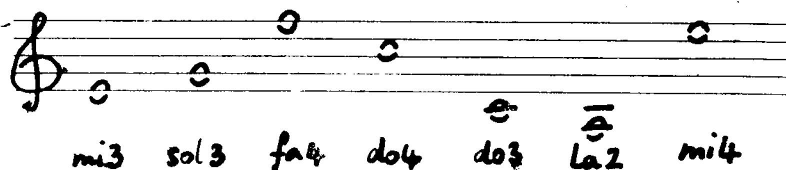
• Note

Chaque octave peut être découpée en un certain nombre d'intervalles égaux naturels (voir la commande générale = Gp).

Symbole : N attribut = numéro de note

Si par exemple l'octave a été découpée en 12 sections (=G12) les numéros de notes seront les suivants :

	N0	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11
équivalent à :	do	do#	ré	ré#	mi	fa	fa#	sol	sol#	la	la#	si

La suite de hauteurs 

pourrait se programmer : H3N4 .... N7 ... H4N5 ... N0 .... H3 ... H2N9 ... H4N4

ou bien : H3N4 ... N+3 ... N+10 ... N-5 ... N-12 ... N-3 ... N+19

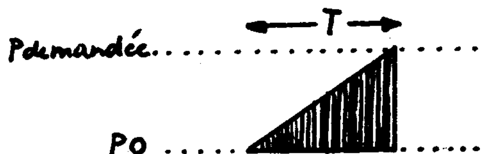
Programmation du timbre

Ce n'est pas une véritable synthèse de timbres (par addition d'harmoniques) mais une possibilité de modification d'amplitude (niveau) et de fréquence à l'exécution du son. Ces modifications sont réalisées par des microprogrammes câblés, internes au synthétiseur, que l'on peut appeler.

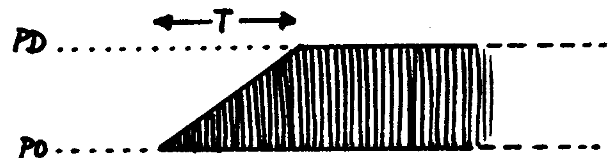
- Les microprogrammes d'amplitude

Il y a 4 microprogrammes qui permettent une variation de niveau à l'attaque du son.

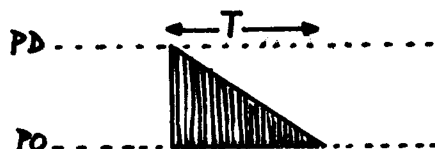
Symbole : A attribut = numéro de microprogramme



A0 amplitude croissante



A1 amplitude croissante, puis stable



A2 amplitude décroissante



A3 amplitude constante

La durée (T) des différents micro-programmes n'est pas la durée du son mais la durée câblée propre au synthétiseur (voir commande suivante).

• Constante de temps du synthétiseur

Symbole : K attribut = n° d'une des 4 constantes de temps

K0	durée du microprogramme	= 1 × t	≈ 1/25 seconde
K1	durée du microprogramme	= 4 × t	≈ 1/6 seconde
K2	durée du microprogramme	= 16 × t	≈ 2/3 seconde
K3	durée du microprogramme	= 64 × t	≈ 3 secondes

• Les microprogrammes de fréquence

Ils permettent une modification de la fréquence (hauteur) pendant toute la durée du son, à vitesse fixe.

Symbole : M attribut = n° du microprogramme

M0 stabilité ⟶

M1 décroissance continue ↘

M2 croissance continue ↗

M3 alternance (tremolo) ∿∿∿→

II La commande de durée de son

Elle donne la durée du son au moment de l'exécution. Cette commande est également rémanente

Symbole : Δ suivi d'un des 3 attributs suivants :

a = nb de 1/50 seconde en valeur absolue
±r = nb de 1/50 seconde relatif à la dernière durée enregistrée
cmcm.....cm = une suite de symboles de durée programmée (C) suivie d'attribut de durée programmée (m)

Les symboles de durée programmée sont :
R B N C D T Q
équivalents à [notes: ronde, blanche, noire, croche, double croche, triple croche, quadruple croche]

avec les attributs suivants :
{[ ], 0, 1} durée programmée normale
2 durée programmée pointée .
3 durée programmée de triolet ⌐3⌐

Exemple de durées avec attributs numériques :

	Δ20	Δ+10	Δ−5	Δ40	Δ−20
nb. de 1/50 s.	20	30	25	40	20

Exemple de durées avec attributs programmés :
ΔN .... ΔBB2 ... ΔN3CT2
équivalent à : [notation musicale]

Les durées absolues des durées programmées sont calculées après initialisation (en 1/50 sec.) de la quadruple croche (voir la commande générale =Q9).

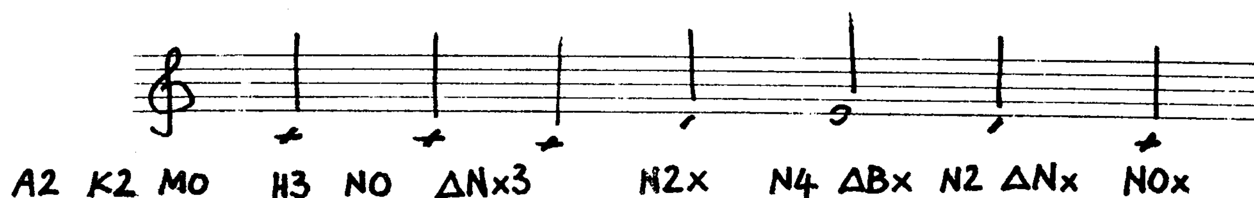
III La commande de chargement

Commande de chargement de son

Après avoir construit le son et donné une durée, il faut mémoriser ce son. Cette mémorisation a lieu dans un des sous programmes, le s.p. courant de chargement (voir les commandes suivantes).

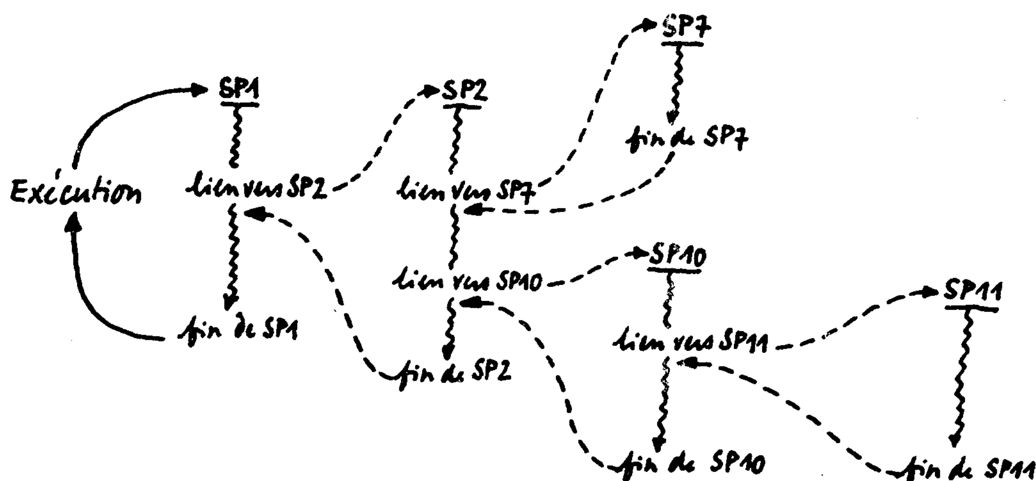
Symbole : X (le caractère de multiplication, pas la lettre X)
Attribut = nombre de fois qu'il faut charger la note
si cet attribut est égal à 1, on peut l'omettre

Exemple (sans tenir compte des s.p.):



Commande de "lien vers sous programme"

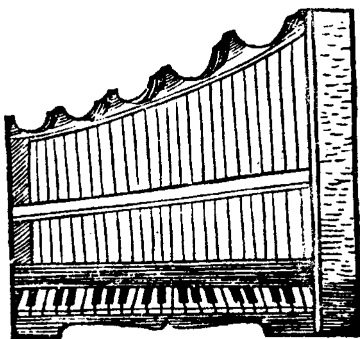
On peut également charger des "liens vers s.p." qui, au moment de l'exécution, aiguillent vers un autre s.p.. A la fin du s.p. appelé, on retourne au s.p. appelant.



Programmation : x k L i
k est le nombre de fois qu'il faut charger un lien vers le sous-programme i.
Si k = 1, on peut l'omettre.

Les adresses de retour étant stockées dans une pile de neuf registres, on ne peut dépasser 9 niveaux d'incrustation, ni faire de s.p. récursifs (contenant des liens avec eux-mêmes). En cas de dépassement de capacité de la pile au moment de l'exécution, un déroutement se produit vers un s.p. spécial qui exécutera indéfiniment le Dies Irae, signalant une erreur d'exécution.

Clauicyterium.



IV Commandes de gestion des s.p.

Il y a 32 sous-programmes numérotés de 0 à 31

Les commandes sont :

/Di   début du s.p. i qui devient le s.p. courant
/Ci   continuer le s.p. i
/F   finir (fermer) le s.p. courant de chargement
/Ei   entendre le s.p. i

Si i n'est pas compris entre 0 et 31, le message suivant apparaît : ERREUR NO SP (numéro erroné).

Si des commandes de chargement apparaissent avant la définition du sous-programme courant ou après la fermeture de celui-ci, le s.p. 0 est ouvert automatiquement (/DO implicite).

Si les commandes /Di, /Ci ou /Ei apparaissent avant la fermeture du s.p. courant antérieur, celui-ci est fermé automatiquement, et le message suivant est imprimé : FIN DU SP (n° du s.p. fermé).

V Commandes générales

Découpage de l'octave

Commande : =Gp
p est le nombre d'intervalles que comporte chaque octave (cf. la programmation des hauteurs. p doit être compris entre 1 et 128.
Temps d'exécution : 4 secondes

Exemples :
=G12 définit une échelle chromatique
=G5 définit une échelle pentatonique

Initialisation des durées programmées

Commande : =Φq
q est la durée en cinquantièmes de seconde de la quadruple croche normale (cf. la programmation des durées).
Temps d'exécution : deux secondes.

Exemple :
=Φ2 signifie que la [quadruple croche] normale dure 2/50 seconde, et

implique : [quadruple croche] 2/50, [triple croche] 4/50, [double croche] 8/50, [croche] 16/50, [noire] 32/50, [blanche] 64/50, [ronde] 128/50

Si [noire] = 32/50 alors [noire] = 94 (94 à la noire)

Introduction de constantes standard

Commande: =K
Charge automatiquement la suite de commandes:
=G12 =Φ2 P12 H3 NO A2 K2 MO ΔN
Temps d'exécution : 1 seconde

Halte

Commande : =Hℓ
est équivalente à l'instruction FORTRAN PAUSE (N)
avec impression des valeurs actuelles des commandes de construction de sons, et des commandes de durée.

Restauration générale du système

Commande =Z
Remet à zéro tous les sous programmes et réinitialise le système.
Temps d'exécution : 4 à 5 secondes.
Cette commande doit être utilisée après accord des autres utilisateurs, car tous les s.p. sont perdus.

Virginal.

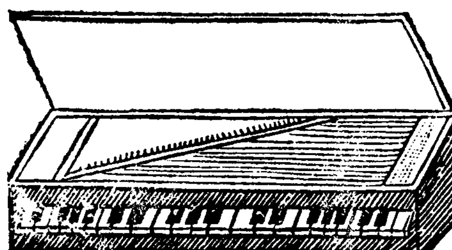


Tableau récapitulatif des commandes KRWTH

Construction de sons

$P\begin{Bmatrix}a\\ \pm 2\end{Bmatrix}$	$0 \leq a \leq 15$	Puissance	$A\begin{Bmatrix}a\\ \pm 2\end{Bmatrix}$	$0 \leq a \leq 3$	microprogramme amplitude
$H\begin{Bmatrix}a\\ \pm 2\end{Bmatrix}$	$0 \leq a \leq 7$	Octave	$K\begin{Bmatrix}a\\ \pm 2\end{Bmatrix}$	$0 \leq a \leq 3$	constante de temps microprog.
$N\begin{Bmatrix}a\\ \pm 2\end{Bmatrix}$	$0 \leq a \leq p-1$	note (avec p défini par =Gp)	$M\begin{Bmatrix}a\\ \pm 2\end{Bmatrix}$	$0 \leq a \leq 3$	microprogramme fréquence

Durée de sons

$\Delta\begin{Bmatrix}a\\ \pm 2\\ cm\, cm \ldots cm\end{Bmatrix}$ $0 \leq a \leq 131071$ $c = \begin{Bmatrix}R\\B\\N\\C\\D\\T\\Q\end{Bmatrix}$ $m = \begin{Bmatrix}0\\1\\2\\3\end{Bmatrix}$

Chargement

Xk	$0 \leq k \leq 131071$	charger k fois la note construite
XkLi	$0 \leq i \leq 31$	charger k fois un lien vers le s.p. i

gestion des s.p.

/Di	$0 \leq i \leq 31$	début s.p. i	/F		finir s.p. courant
/Ci	$0 \leq i \leq 31$	continuer s.p. i	/Ei	$0 \leq i \leq 31$	entendre s.p. i

Commandes générales

=Gp	$0 \leq p \leq 127$	découpage octave
=Qq	$0 \leq q \leq 131071$	initialisation quadruple croche
=K		introduction de cotes. standard
=Hl		halte + impression
=Z		restauration générale système

MISE EN ŒUVRE DU [illegible]

① [illegible] salle à gauche de l'ordinateur). Bouton vert enfoncé

② Appuyer sur le voyant rouge pupitre "DÉMARRAGE" qui doit s'allumer. Attendre quelques minutes que l'ordinateur soit synchronisé.

③ Vérifier que les pistes 0 à 175 sont déverrouillées (boutons en position haute, sous le carter à droite)

④ Allumer la flexo :
- inverseur "ARRET-MARCHE" sur "MARCHE"
- inverseur "I - I+P - P" sur "I"
- boutons-poussoirs "TRANS" et "RECEPT" en position basse

⑤ Vérifier que le voyant-pupitre "KRWTH-UNI" est en position "KRWTH", sinon appuyer une fois sur ce poussoir

⑥ Appuyer sur le bouton-poussoir "DEPART"
Le système écrit sur la flexo "Σm :". Frapper la lettre K.
Le système répond RWTH, fait un retour chariot et écrit "?"
Le système est prêt à recevoir des commandes.

- Pour rappeler le système en cours d'exécution (audition) ou en cas d'erreur grave, reprendre en ⑥

- En cas d'erreur diagnostiquée, l'ordinateur s'arrête en "fin". Appuyer sur "MARCHE" pour continuer l'interprétation.

- En règle générale, frapper doucement les commandes à la flexo et faire un espace entre chaque commande

- Pour tous renseignements ou suggestions, s'adresser à Jérôme CHAILLOUX, Dept. d'Informatique, Université Paris VIII, Route de la TOURELLE, 75571 PARIS CEDEX 12.

EXEMPLES

Σ: KRWTH

```
? =K
/D1 A1 K1 ΔC H1 N7×
N+7× N+9× N-2× N+2× N-9× N+9× N-9× /F
              FIN DU SP  1

/D2 ΔC H1 N7×
N+9× N+8× N-1× N+1× N-8× N+8× N-8× /F
              FIN DU SP  2

/D3 ΔC H1 N7×
N+11× N+6× N-1× N+1× N-6× N+6× N-6× /F
              FIN DU SP  3

/D4 ×2L1  ×2L2  ×2L3  /E4
              FIN DU SP  4
```

Σ: KRWTH

```
? /C4 ΔC H1 N7× N+12× N+4× N-2× N+2×
N-4× N+4× N-4× H1 N7× N+12× N+4× N-2×
N+2× N-4× N+4× N-5×
P() ΔN ×  /E4
              FIN DU SP  4
```

Σ: KRWTH

```
? /D5  P15 A() K3 H2 N11 ΔB ×
N9 ΔN × N11 × N4 ΔR × N11 ΔN ×
N9 × N7 × N6 × N7 × N9 × N7 ×
N6 ΔN2 × N4 ΔR × N2 ΔN × N4 × N6 ×
N7 × N9 × N4 × N6 × N2 × N4 ΔB2 ×  /E5
              FIN DU SP  5
```

Σ: KRWTH

```
? /D6  ×2L4  ×1L5  /E6
              FIN DU SP  6
```